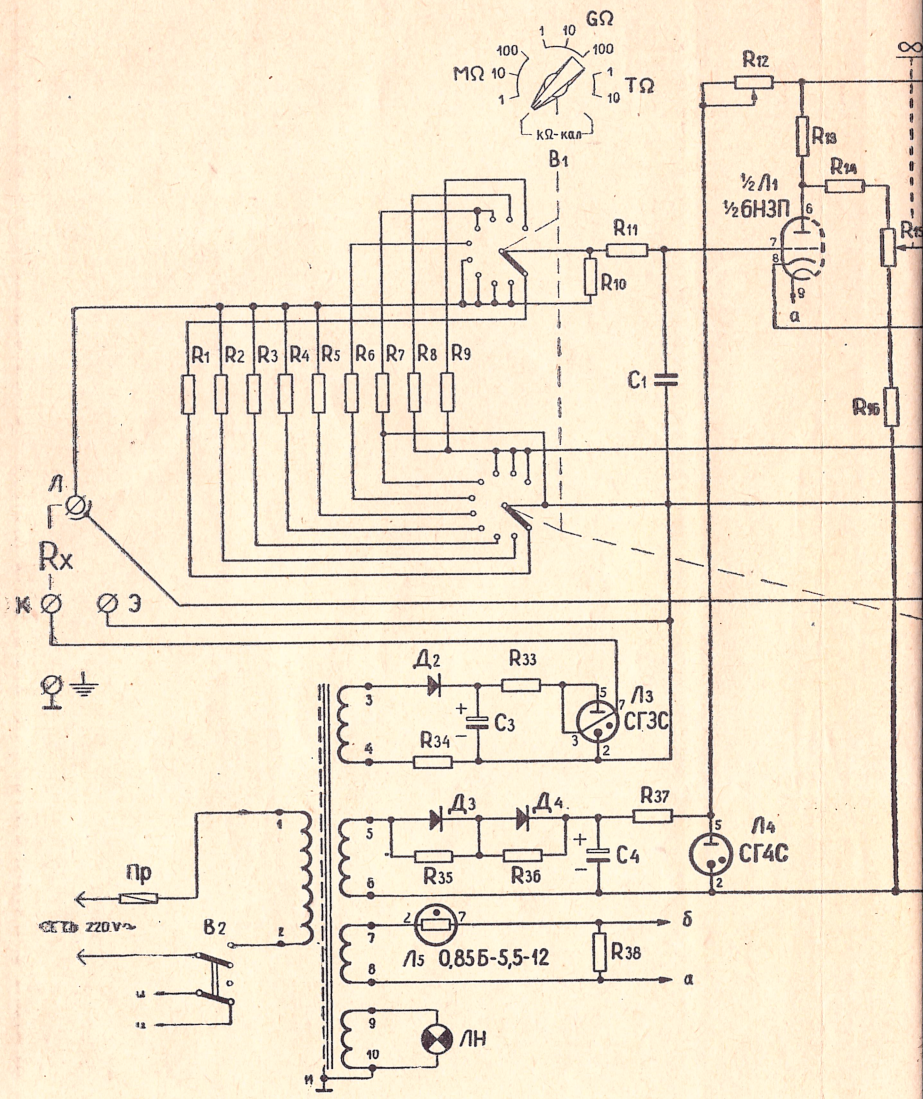
СХЕМА ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕ



СОВЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ЭСТОНСКОЙ ССР

ЗАВОД „ПУНАНЕ РЭТ“
ТАЛЛИН

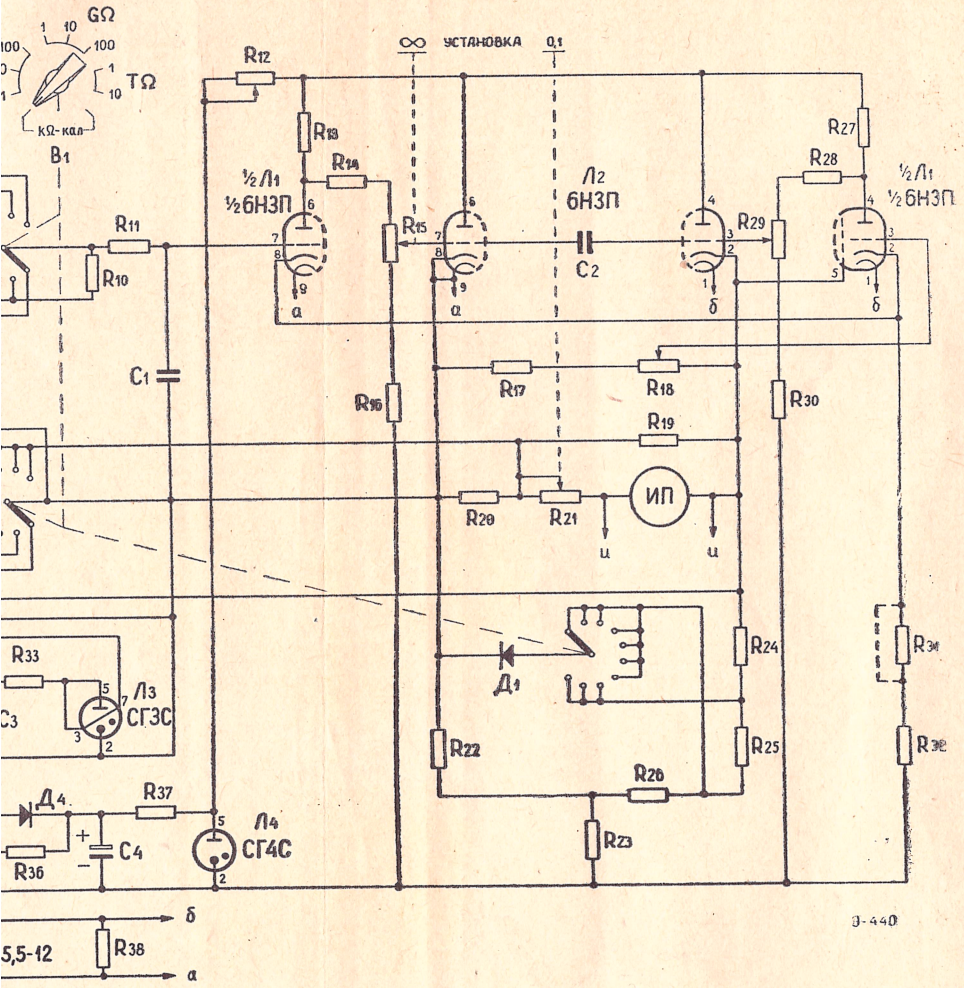
МОМ-4

ПАСПОРТ

КРАТКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ К ПОЛЬЗОВАНИЮ

0516

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ «МОМ-4»

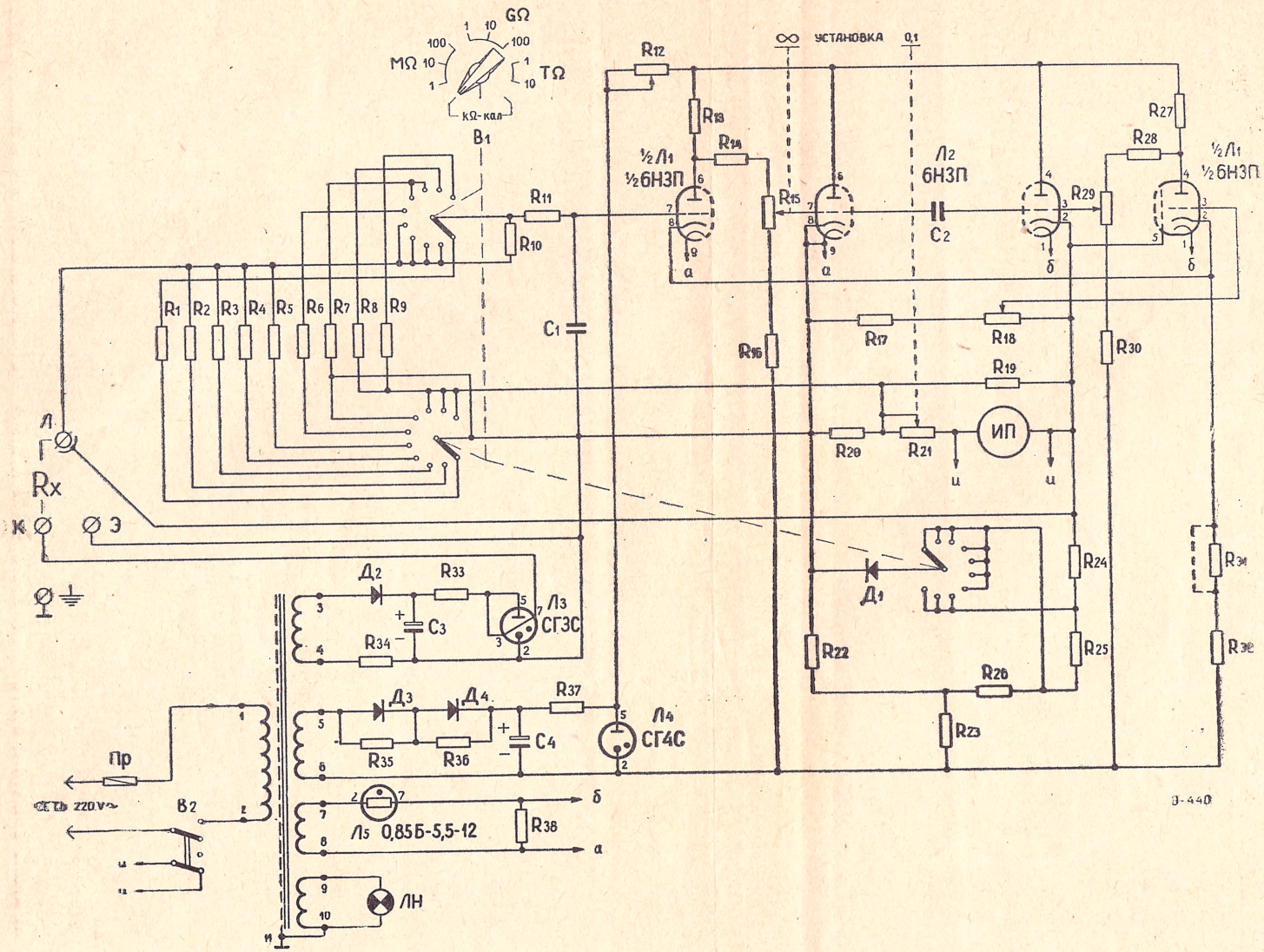


ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ «МОМ-4»

№ обозн.	Норм. ТУ чертеж	Наименование и тип	Номинал	К-во	Примеч.
		Сопротивления			
R1	ЖА4.675.203сп	Проволочное	1 ком	1	для трод. ЖА4.675.177сп
R2	УБО.467.007ТУ	БЛП-0,5-1ком-005-А	1 ком	1	
R3	УБО.467.007ТУ	БЛП-0,5-10ком-005-А	10 ком	1	
R4	УБО.467.007ТУ	БЛП-0,5-100ком-005-А	100 ком	1	
R5	УБО.467.023ТУ	МГП-1Мом-005-А	1 Мом	1	
R6	УБО.467.003ТУ	МЛТ-1-10 Мом-I-Б	10 Мом	1	Подбир. ±1%
R7	УБО.467.004ТУ	КЛМ-1-100 Мом	100 Мом	1	
R8	УБО.467.004ТУ	КЛМ-1-1 Гом	1 Гом	1	
R9	УБО.467.007ТУ	БЛП-0,25-100ом-001-А	100 ом	1	
R10	ЖА4.675.202сп	Проволочное	100 ком	1	Для трод. ЖА4.675.176сп
R11	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-1Мом-II-Б	1 Мом	1	
R12	ОЖ0.468.004ТУ	СП-I-2-10ком-А-4Ш	10 ком	1	
R13	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-510ком-II-Б	510 ком	1	
R14	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-2Мом-II-Б	2 Мом	1	
R15	ОЖ0.468.004ТУ	СП-I-0,5-33ком-А-13Л	33 ком	1	
R16	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-2Мом-II-Б	2 Мом	1	
R17	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-120ком-II-Б	120 ком	1	
R18	ОЖ0.468.004ТУ	СП-I-0,5-47ком-А-4М	47 ком	1	
R19	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-1,2ком-II-Б	1,2 ком	1	
R20	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-1-5,1ком-II-Б	5,1 ком	1	
R21	ОЖ0.468.004ТУ	СП-I-2-470ом-А-13Л	470 ом	1	
R22	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-1-5,1ком-II-Б	5,1 ком	1	
R23	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-1-8,2ком-II-Б	8,2 ком	1	
R24	ОЖ0.467.004ТУ	ВС-0,25-1-51ом-II-Б	51 ом	1	
R25	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-430ом-II-Б	430 ом	1	
R26	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-1-4,7ком-II-Б	4,7 ком	1	
R27	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-510ком-II-Б	510 ком	1	
R28	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-2Мом-II-Б	2 Мом	1	
R29	ОЖ0.468.004ТУ	СП-I-0,5-330ком-А-4Ш	330 ком	1	
R30	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-2Мом-II-Б	2 Мом	1	
R31	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-220ком-II-Б	220 ком	1	
R32	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-390ком-II-Б	390 ком	1	
R33	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-2-6,8ком-II-Б	6,8 ком	1	
R34	ОЖ0.467.004ТУ	ВС-1-1-82ом-II-Б	82 ом	1	
R35	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-100ком-II-Б	100 ком	1	
R36	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-0,5-100ком-II-Б	100 ком	1	
R37	ОЖ0.467.003ТУ	МЛТ-2-8,2ком-II-Б	8,2 ком	1	
R38	ОЖ0.467.004ТУ	ВС-1-1-82ом-II-Б	82 ом	3	Паралл.

№ обозн.	Норм. ТУ чертеж	Наименование и тип	Номинал	К-во	Примеч.
		Конденсаторы			
C1	УБО.461.008ТУ	ПО-3600-II	3600 пф	1	
C2	УБО.461.008ТУ	ПО-3600-II	3600 пф	1	
C3	ОЖ0.464.005ТУ	КЭ-2-300-30-М	30 мкф	1	
C4	ОЖ0.464.005ТУ	КЭ-2-400-20-М	20 мкф	1	
Л1	ЧТУ-01-120-54а	Лампа 6Н3П		1	
Л2	ЧТУ-01-120-54а	Лампа 6Н3П		1	
Л3	ЧТУ-02-701-54	Лампа СГЗС		1	
Л4	ЧТУ-02-701-54	Лампа СГ4С		1	
Л5	ЧТУ02-705-52	Лампа 0,85Б-5,5-12		1	
ЛН	ТУ-1-3-108-А	Лампа накалив. МН-14		1	
Д1		Диод германиевый Д2-8		1	
Д2	ЗТУ-232-53	Диод германиевый Д7Ж		1	
Д3	ЗТУ-232-53	Диод германиевый Д7Ж		1	
Д4	ЗТУ-232-53	Диод германиевый Д7Ж		1	
Пр	НИО.481.017	Предохранитель ПМ-0,25а		1	
ИП	ТУ-ПОПП533.077-54	Микроамперметр М24-2	0-100 мка		
			850ом кл.I	1	
B1	НЕХ3.602.100сп	Переключ. №9к ЗП-ЗН-11		1	
B2	НИО.360.606	Переключ. „Тумблер" ТП1-2		1	

СХЕМА ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ «МОМ-4»



№ обозн	Норма чер
R1	ЖА4.67
R2	УБО.467
R3	УБО.467
R4	УБО.467
R5	УБО.467
R6	УБО.467
R7	УБО.467
R8	УБО.467
R9	УБО.467
R10	ЖА4.675
R11	ОЖО.467
R12	ОЖО.466
R13	ОЖО.467
R14	ОЖО.467
R15	ОЖО.467
R16	ОЖО.467
R17	ОЖО.467
R18	ОЖО.466
R19	ОЖО.467
R20	ОЖО.467
R21	ОЖО.466
R22	ОЖО.467
R23	ОЖО.467
R24	ОЖО.467
R25	ОЖО.467
R26	ОЖО.467
R27	ОЖО.467
R28	ОЖО.467
R29	ОЖО.466
R30	ОЖО.467
R31	ОЖО.467
R32	ОЖО.467
R33	ОЖО.467
R34	ОЖО.467
R35	ОЖО.467
R36	ОЖО.467
R37	ОЖО.467
R38	ОЖО.467

Тип. «Коммунист», Таллин. Зак. 3760. МВ-06029. 06. 1959.

20

МОМ-4

ПАСПОРТ
КРАТКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ К ПОЛЬЗОВАНИЮ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ

ЗАВОД «ПУНАНЕ РЭТ»
ТАЛЛИН

1

VIII РЕЖИМ ЛАМП

Номер контакта ламповой панели	$Л_1$ 6Н3П	$Л_2$ 6Н3П	$Л_3$ СГ3С	$Л_4$ СГ4С	$Л_5$ 0,85Б 5,5—12
	НАПРЯЖЕНИЕ НА КОНТАКТАХ В ВОЛЬТАХ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗАЖИМА «Э»				
1	~6**)	~6**)	—	—	—
2	+1	0	0	—52	17
3	0	0÷1	+105	—	—
4	+10,5*)	75÷100	+105	—	—
5	—	—	—	+95	—
6	+10,5*)	75÷100	—	—	—
7	0	0÷1	+105	—	—
8	+1	0	—	—	—
9	0	0	—	—	6

Примечания: 1. Режимы измерены при напряжении сети 220 в.

2. Допустимо отклонение напряжения на ±10% от указанного в таблице, кроме отмеченных особо.

3. Напряжения следует измерять прибором с входным сопротивлением 2500 ом/в.

*) Измерено на пределе 30 в.

**) Допустимое отклонение на напряжения +0,2 в
—0,4 в

IX. НАМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРА.

Номера выводов тр-ра	Наименование обмотки	Кол-во витков	Марка и диаметр провода
1—2	Первичная	1730	ПЭВ-2 ф 0,23 мм
3—4	Питание измерительной цепи	1175	ПЭВ-2 ф 0,18 мм
5—6	Питание анодных цепей	1750	ПЭВ-2 ф 0,18 мм
7—8	Накал ламп	160	ПЭВ-2 ф 0,64 мм
9—10	Индикаторная лампочка	40	ПЭВ-2 ф 0,31 мм
11	Экран	1 слой	ПЭВ-2 ф 0,23 мм

3. Стрелка микроамперметра зашкаливает и ее нельзя возвратить на отметку «∞» ни на одном пределе измерения.

Причина: Выход из строя одной лампы 6Н3П.

4. Прибор не допускает установки на «∞» на пределе Том×10 или Том×1.

Причины: а) длительное хранение в сыром помещении без эксплуатации;
б) выход и строя или изменение параметров лампы 6Н3П первого каскада ($Л_1$).

5. Прибор вообще не допускает установки на «∞» не на одном пределе.

Причина: Изменение параметров лампы 6Н3П первого каскада ($Л_1$).

Устранение: После 20-минутного прогрева установить ручку «УСТАНОВКА ∞» в среднее положение и потенциометром R_{29} установить стрелку прибора на риску «∞». Произвести проверку положения стрелки после 2-часового прогрева.

VII. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ПРИБОРА

Длительное хранение прибора должно осуществлять на стеллажах. В помещении должна поддерживаться температура в пределах от +10°С до +35°С и влажность не более 80%. В воздухе помещения не должно быть вредных примесей, вызывающих коррозию.

Местная транспортировка прибора должна производиться с соблюдением мер предосторожности, предохраняющих прибор от действия тряски.

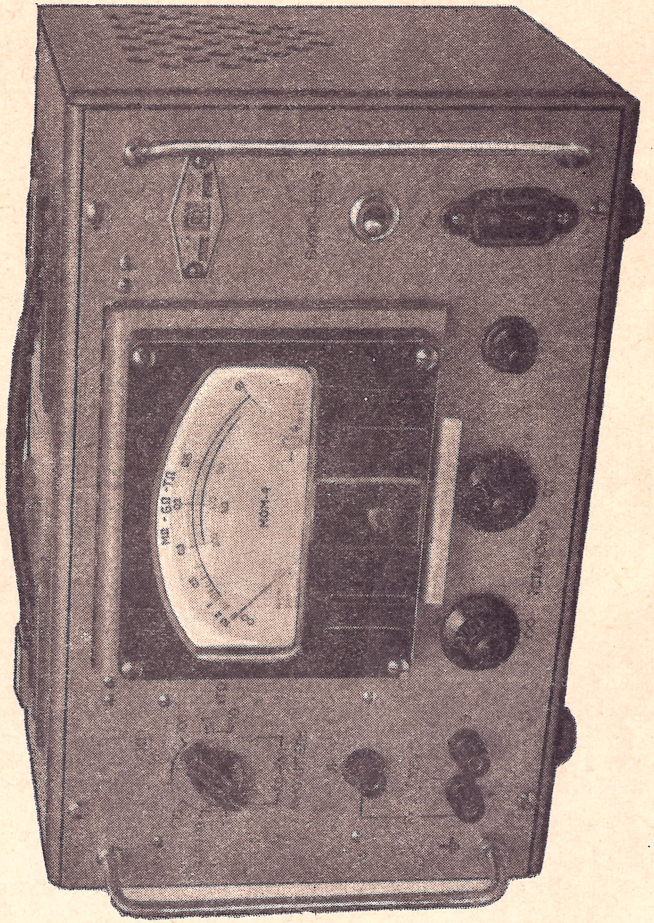
При дальней транспортировке прибор должен упаковываться в ящик со стружкой и применением влагонепроницаемой бумаги.

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
I.	Паспорт	5
II.	Техническое описание	7
	1. Назначение	7
	2. Технические характеристики	7
	3. Комплектация	8
	4. Принцип работы	8
	5. Описание схемы	9
	6. Конструкция прибора	12
III.	Инструкция к пользованию	13
IV.	Замена ламп	15
V.	Периодическая и послеремонтная проверка прибора.	16
VI.	Возможные неисправности и их причины	17
VII.	Хранение и транспортировка прибора	18
VIII.	Режим ламп	19
IX.	Намоточные данные трансформатора.	19
X.	Схема принципиальная электрическая	21

ВНИМАНИЕ!

Зажимы «Л» и «Э» относительно зажима «К» находятся под потенциалом 105 в.



Проверяется основная погрешность прибора при температуре воздуха 20±5°С и напряжений питающей сети 220 в.

Основная погрешность определяется посредством сравнения показаний тераомметра с действительными значениями сопротивления, подключенного к зажимам испытуемого тераомметра.

Проверка должна производиться на следующих отметках шкалы:

на пределе ком	50 и 100
на пределе Мом×1	0,2; 0,3; 0,5 и 1
на пределах Мом × 10 до Том × 1	0,1 и 1
на пределе Том×10	0,1

после предварительной регулировки на отметке «∞» на каждом пределе измерения.

Погрешность образцовых сопротивлений не должна превышать:

до 100 Мом	±0,5%
1 Гом	±1,0%
10 Гом	±1,5%
100 Гом	±2,5%
1 Том	±4,0%

VI. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ ПРИЧИНЫ

1. При включении прибора сигнальная лампочка загорается, но стрелка прибора после включения не отклоняется.
   Причина: Вышел из строя выпрямитель усилителя.

2. Прибор допускает установку на «∞», но не допускает установки на «0,1 и 0».
   Причина: Вышел из строя выпрямитель измерительного напряжения.

4

2. После 20-минутного прогрева установить ручку «УСТАНОВКА ∞» в среднее положение и потенциометром R_{29} установить стрелку прибора на «∞».

3. После 2-часового прогрева, варьируя величину анодного напряжения Ea с помощью потенциометра R_{12}, определяют, зависят ли показания стрелочного прибора от анодного напряжения.

Если показаний стрелочного прибора при вращении потенциометра R_{12} изменяется больше одной третьей части шкалы, то рекомендуется лампы первого и второго каскада взаимно заменить, или же сменить лампу первого каскада на новую.

4. Установить ручку «УСТАНОВКА 0,1» в среднее положение, замкнуть зажимы «R_x» и потенциометром R_{18} установить стрелку прибора на риску «0,1».

5. При переключении пределов от «TΩ × 1» и «TΩ × × 10» в правое положение «kΩ—КАЛ». определяют имеет ли место уход отсчета «∞» по стрелочному прибору при переключении. Если уход имеет место, то шунтировкой одного из сопротивлений R_{31} или R_{32} и с помощью потенциометра R_{12} находят такой режим, при котором уход отсчета «∞» минимальный. После этого прибор готов для временного пользования.

6. После 50 часов пользования прибором или прогрева, все операции по необходимости повторяются. После этой окончательной регулировки потенциометр R_{12} и R_{18} необходимо закрасить для закрепления в установленном положении. Потенциометр R_{29} оставить незакрашенным для возможных дополнительных регулировок.

V. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ И ПОСЛЕРЕМОНТНАЯ ПРОВЕРКА ПРИБОРА.

Периодичность проверки прибора устанавливается предприятием с учетом интенсивности его использования и условий применения, но не реже раза в год.

I. ПАСПОРТ

1. Свидетельство о приемке

Комплект тераомметра типа «МОМ-4» №. 0516 соответствует действующим техническим условиям и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска . . 30. 6. 59.

Максимальная основная погрешность прибора на пределах:

ком . . . . . %

Мом × 1 . Прибор . %

Мом × 10 . соответствует %

Мом × 100 . классу . . %

Гом × 1 . точности . %

Гом × 10 . . . . . %

Гом × 100 . . . . . %

Том × 1 . . . . . %

Том × 10 . . . . . %

от длины шкалы.

м. п.

Представитель заказчика .....

Начальник ОТК Завода .....

2. Гарантийные обязательства

Завод гарантирует безотказную работу прибора в течение 12 месяцев со дня отгрузки его заводом-изготовителем (ГОСТ 8038-56, п. 53).

В течение указанного срока завод-изготовитель устраняет дефекты, обнаруженные в приборе, путем бесплатного ремонта на заводе или замены прибора в случае обнаружения неустранимых дефектов.

Примечание: Возмещение ущерба за дефекты, возникшие не по вине завода, не гарантируется.

3. Рекламации

.....

.....

.....

.....

.....

Для справок:

Миллион 1×10 6

Миллиард → 1×10 9

~~Триллион~~ ~~Биллиард~~ → 1×10 12

Квадриллион 1×10 15

Кольцевыми электродами можно измерять и поверхностное сопротивление: при этом электроды подключаются, согласно рисунка 3.

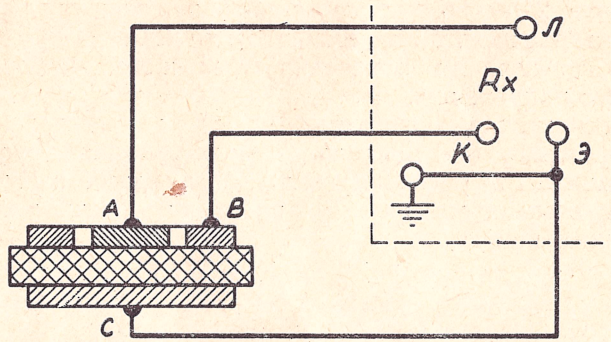


Рис. 3 430

Удельное поверхностное сопротивление

$$\rho_s = R_s \frac{2{,}74}{\log \frac{d_2}{d_1}} \text{ ом}$$

где R_s — поверхностное сопротивление в ом,

d_1 — диаметр электрода А,

d_2 — внутренний диаметр электрода В.

IV. ЗАМЕНА ЛАМП

Смена ламп СГ3С, СГ4С и 0,85Б 5,5—12 никаких регулировок не требует.

При смене ламп 6Н3П необходимо произвести следующее:

1. Установить переключатель пределов в правое положение «kΩ—КАЛ», включить прибор и ручкой «УСТАНОВКА ∞» или потенциометром R_{29} (регулируется со стороны дна ящика прибора) установить стрелку прибора в пределах шкалы.

Установить переключатель пределов в требуемое положение, проверить положение стрелки и, при необходимости, корректировать установку стрелки на «∞». После этого прибор готов для измерений.

При проведении измерений необходимо учесть, что схема прибора позволяет заземлить любой, но одновременно только один из зажимов «К» или «Э», так как напряжение между ними равно 105 в.

При измерении объемного сопротивления кольцевые измерительные электроды подключаются к прибору согласно рисунка 2.

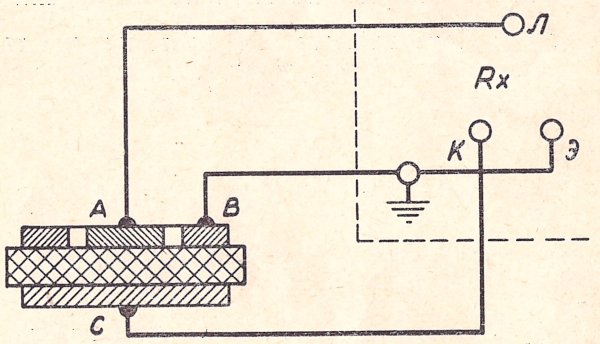


Рис. 2 429

Из объемного сопротивления R_v можно найти удельное объемное сопротивление

$$\rho_v = R_v \frac{S_A}{b} \text{ ом·см}$$

где S_A — контактная поверхность электрода А в см²
b — толщина испытуемого образца в см

II. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1. Назначение

Переносный тераомметр типа «МОМ-4» предназначается для измерения электрического сопротивления и с дополнительными измерительными электродами для измерения объемного и поверхностного удельных сопротивлений электроизоляционных материалов.

2. Технические характеристики

Диапазон измеряемых сопротивлений тераомметра от 2 ком до 100 тераом перекрывается девятью пределами измерений:

1. ком
2. Мом × 1
3. Мом × 10
4. Мом × 100
5. Гом × 1
6. Гом × 10
7. Гом × 100
8. Том × 1
9. Том × 10

Погрешность измерения в нормальных условиях на пределах ком, Мом × 1, Мом × 10, Мом × 100, Гом × 1 не превышает ±1,5%, на пределе Гом × 10 погрешность не превышает ±2,5%, на пределе Гом × × 100 ± 10%, на пределе Том × 1 ± 10% и на пределе Том × 10 ± 20% от максимальной длины шкалы. На участке шкалы от 2 ком до 10 ком (на пределе ком) и от 10 Том до 100 Том (на пределе Том × 10) точность не гарантируется.

Тераомметр питается от сети переменного тока 220 в (+5% до — 15%) частотой 45—55 гц.

Измерительное напряжение 105 в
Потребляемая мощность 40 ва
Габаритные размеры: 308 × 194 × 216 мм
Вес: 8 кг.

3. Комплектация

№№ п. п.	Наименование, тип и №№ агрегатов и запчастей	№№ заводских чертежей	К-во	Прим.
1.	Тераомметр «МОМ-4»	ЖА2.722.002	1	
2.	Кабель питания	ЖА4.953.007	1	
3.	Запасная индикаторная лампочка 6,3 в 0,28 а	ГОСТ 2204-52	1	
4.	Запасной предохранитель плавкий ПМ—0,25	НИО.481.017	1	
5.	Паспорт, краткое описание и инструкция по эксплуатации .		1	

4. Принцип работы

Принцип работы тераомметра заключается в том, что измеряемое сопротивление подсоединяется к известному калиброванному сопротивлению, образуя делитель, питаемый от стабилизированного источника напряжения. Из получаемого в результате деления напряжения при помощи усилителя и прибора непосредственного отсчета определяется величина измеряемого сопротивления.

2. Зажимы компенсационного напряжения и корпуса прибора.
3. Переключатель пределов измерения.
4. Стрелочный прибор.
5. Потенциометр установки «∞».
6. Потенциометр установки «0,1».
7. Держатель предохранителя с предохранителем.
8. Колодка подключения сети.
9. Включатель сети.
10. Индикаторная лампочка.

На горизонтальном шасси расположены:

лампы 6Н3П — 2 шт.: СГ3С — 1 шт.; СГ4С — 1 шт.; 0,85 Б 5,5-12 — 1 шт.; силовой трансформатор; электролитические конденсаторы и другие детали монтажа.

Примечание: Потенциометр R_{29} установлен так, что имеется возможность для регулировки со стороны дна ящика прибора.

III. ИНСТРУКЦИЯ К ПОЛЬЗОВАНИЮ

Проверить нуль стрелочного прибора, при необходимости, откорректировать с помощью механического корректора.

Включить прибор в положение «kΩ—КАЛ». После 20-минутного прогрева прибора можно приступить к измерениям.

Оставляя переключатель пределов в положение «kΩ—КАЛ.», ручкой «УСТАНОВКА ∞» установить стрелку прибора на риску «∞», затем соединить зажимы «R_x» накоротко и ручкой «УСТАНОВКА 0,1» установить стрелку прибора на риску «0,1».

Правое положение «kΩ—КАЛ» служит для калибровки, т. е. установки «0,1» только на пределе Том × 1 и Том × 10, а левое положение «kΩ—КАЛ» служит для калибровки всех остальных пределов и измерений низкоомных сопротивлений по шкале «kΩ».

Для защиты стрелочного прибора от перегрузок, при коротком замыкании входных зажимов, служит германиевый диод $Д_1$. В нормальных условиях диод имеет отрицательное смещение, которое при перегрузках меняет полярность и диод шунтирует стрелочный прибор.

Потенциометр R_{29} служит для грубой и потенциометр R_{15} для точной установки баланса («УСТАНОВКА ∞») а потенциометр R_{18} — для грубой и потенциометр R_{21} для точной регулировки чувствительности прибора («УСТАНОВКА 0,1»).

в) ПИТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Питающее устройство тераомметра состоит из трансформатора, стабилизатора, накала ламп и двух стабилизированных выпрямителей.

Стабилизация накала ламп 6Н3П осуществляется барретером 0,85 Б 5,5—12.

Стабилизированные выпрямители работают на германиевых диодах Д7Ж по однополупериодной схеме.

Один из них с газоразрядным стабилизатором типа СГ4С имеет выход 150 в и служит для питания анодных цепей усилителя.

Второй — с газоразрядным стабилизатором типа СГ3С имеет выходное напряжение 105 в и служит для питания входного делителя.

6. Конструкция прибора

Тераомметр «МОМ-4» смонтирован на горизонтальном шасси и вертикальной передней панели и заключен в металлический футляр, снабженный ручкой для переноски.

На передней панели прибора расположены:

1. Зажимы для подключения измеряемого сопротивления R_x.

5. Описание схемы

Схема тераомметра состоит из 3-х основных частей:

а) Входной делитель,
б) Усилитель постоянного тока,
в) Питающее устройство.

а) ВХОДНОЙ ДЕЛИТЕЛЬ

Входной делитель тераомметра состоит из измеряемого сопротивления R_x и калиброванного сопротивления $R_э$.

Тераомметр «МОМ-4» имеет 10 переключаемых калиброванных сопротивлений $R_1 \div R_{10}$, соответствующих 9 пределам измерения.

Входной делитель подключен к усилителю постоянного тока с глубокой отрицательной обратной связью (рис. 1).

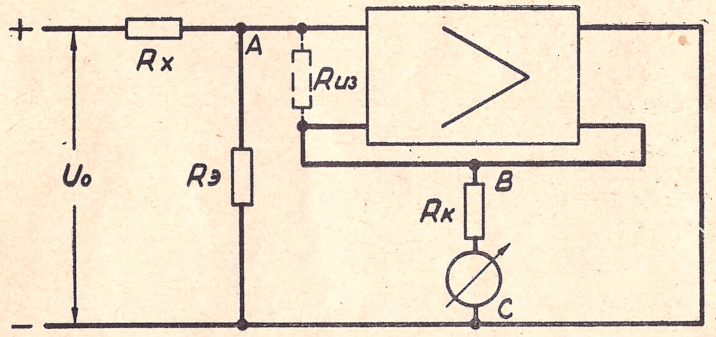


Рис. 1 428

При измерении сопротивлений, которые по своей величине (порядка $10^{12} \div 10^{14}$ ом) сравнимые с сопротивле-

нием изоляции, получается значительная погрешность. Для устранения влияния сопротивления изоляции последнее схемным решением приводится к одному — $R_{из}$.

Для этого все детали узла А монтируются на плате, электрический эквипотенциальной с точкой В схемы (рис. 1).

Весь усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью. Обратная связь необходима по следующим причинам:

а) увеличивает стабильность нулевого отсчета;
б) стабилизирует коэффициент усиления усилителя;
в) компенсирует потери на изоляцию;
г) уменьшает влияние сеточного тока на погрешность измерения.

Пункты а) и б) являются общими для всех усилителей с обратной связью и объяснения не требуют.

Компенсация потерь на изоляцию происходит следующим образом.

За счет применения отрицательной обратной связи напряжение на сопротивлении изоляции при измерениях уменьшается почти до нуля, что эквивалентно электрическому увеличению этого сопротивления до бесконечности. В реальных условиях некоторое незначительное влияние сопротивления $R_{из}$ сохраняется.

Отрицательная обратная связь уменьшает сигнал между сеткой и катодом первого каскада. Малый сеточный сигнал обеспечивает также малый уход из точки нулевого сеточного тока, т. е. малую его величину.

С учетом вышеизложенного величина измеряемого сопротивления определяется, как

$$R_x = \frac{U_0 \cdot R_э}{U_э} - R_э$$

где все обозначения понятны по рис. 1.

б) УСИЛИТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Усилитель постоянного тока двухкаскадный. Полученное из входного делителя измеряемое напряжение подводится к первому каскаду. Первый каскад ($Л_1$) работает по балансной схеме с общим катодным сопротивлением. Применение балансной схемы с общим катодным сопротивлением обеспечивает стабильность нулевого отсчета усилителя.

Учитывая то, что при измерении больших сопротивлений величина измеряемого тока имеет величину порядка.

$$J_{изм} = \frac{U_0}{R_x + R_э} \approx \frac{10^2}{10^{14}} = 10^{-12}\ А,$$

то очевидно первый каскад должен работать в режиме малых сеточных токов, чтобы не искажать результатов измерений. Малый сеточный ток обеспечивается подбором лампы со стабильными сеточными характеристиками (6Н3П) и подачей такого смещения, когда сеточный ток равен нулю.

Подбор режима малых сеточных токов обеспечивается за счет изменения питающего анодного напряжения (регулируется при помощи потенциометра R_{12}).

Если режим первого каскада усилителя подобран правильно, то при переключении пределов измерения не наблюдается ухода баланса, вернее, не регистрируется наличие входного сигнала.

Второй каскад усилителя ($Л_2$) выполнен также на двойном триоде 6Н3П по схеме балансного катодного повторителя с общим катодным сопротивлением. Применение балансной схемы обеспечивает также повышение стабильности, а катодный повторитель обеспечивает согласование усилителя с низкоомной нагрузкой — микроамперметром М-24.